

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60999-2

Deuxième édition
Second edition
2003-05

PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ
GROUP SAFETY PUBLICATION

**Dispositifs de connexion –
Conducteurs électriques en cuivre –
Prescriptions de sécurité pour organes
de serrage à vis et sans vis –**

**Partie 2:
Prescriptions particulières pour les organes
de serrage pour conducteurs au-dessus de
35 mm² et jusqu'à 300 mm² (inclus)**

**Connecting devices –
Electrical copper conductors –
Safety requirements for screw-type and
screwless-type clamping units**

**Part 2:
Particular requirements for clamping units for
conductors above 35 mm² up to 300 mm²
(included)**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60999-2:2003

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60999-2

Deuxième édition
Second edition
2003-05

PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ
GROUP SAFETY PUBLICATION

**Dispositifs de connexion –
Conducteurs électriques en cuivre –
Prescriptions de sécurité pour organes
de serrage à vis et sans vis –**

**Partie 2:
Prescriptions particulières pour les organes
de serrage pour conducteurs au-dessus de
35 mm² et jusqu'à 300 mm² (inclus)**

**Connecting devices –
Electrical copper conductors –
Safety requirements for screw-type and
screwless-type clamping units**

**Part 2:
Particular requirements for clamping units for
conductors above 35 mm² up to 300 mm²
(included)**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application.....	10
2 Références normatives	10
3 Définitions	10
4 Généralités	12
5 Notes générales sur les essais	12
6 Caractéristiques principales	12
7 Connexion des conducteurs	12
8 Prescriptions de construction	14
9 Essais.....	16
Annexe A (informative) Correspondance entre les tailles en mm ² et AWG/kcmil.....	28
Annexe B (normative) Section assignée du conducteur et calibres correspondants	30
Annexe C (normative) Constitution des conducteurs à âme câblée et souples.....	32
Bibliographie	34
Figure 1 – Appareil d'essai selon 9.4.....	26
Figure 2 – Calibres de forme A et de forme B.....	26
Tableau 1 – Relation entre la section assignée et le diamètre des conducteurs.....	14
Tableau 2 – Valeurs d'essai pour les essais de flexion et de traction pour les conducteurs ronds en cuivre	20
Tableau 3 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis.....	22
Tableau A.1 – Correspondance approximative entre les tailles en mm ² et AWG/kcmil.....	28
Tableau B.1 – Section assignée et calibres correspondants	30
Tableau C.1 – Constitution des conducteurs à âme câblée et souples selon les sections assignées.....	32
Tableau C.2 – Constitution des conducteurs à âme câblée et souples selon les tailles AWG/kcmil	32

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
1 Scope	11
2 Normative references.....	11
3 Definitions	11
4 General	13
5 General notes on tests.....	13
6 Main characteristics	13
7 Connection of conductors	13
8 Constructional requirements	15
9 Tests	17
Annex A (informative) Relationship between mm ² and AWG/kcmil sizes	29
Annex B (normative) Conductor rated cross-section and corresponding gauges	31
Annex C (normative) Construction of stranded and flexible conductors.....	33
Bibliography.....	35
Figure 1 – Test apparatus according to 9.4	27
Figure 2 – Gauges of form A and form B	27
Table 1 – Relationship between rated cross-section and diameter of conductors.....	15
Table 2 – Test values for flexion and pull-out tests for round copper conductors	21
Table 3 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals	23
Table A.1 – Approximate relationship between mm ² and AWG/kcmil sizes	29
Table B.1 – Rated cross-section and corresponding gauges	31
Table C.1 – Construction of stranded and flexible conductors according to rated cross-sections	33
Table C.2 – Construction of stranded and flexible conductors according to AWG/kcmil sizes	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS DE CONNEXION –
CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES EN CUIVRE –
PRESCRIPTIONS DE SÉCURITÉ POUR ORGANES
DE SERRAGE À VIS ET SANS VIS –**

Partie 2: Prescriptions particulières pour les organes de serrage pour conducteurs au-dessus de 35 mm² et jusqu'à 300 mm² (inclus)

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60999-2 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette deuxième édition de la CEI 60999-2 annule et remplace la première édition parue en 1995. Cette deuxième édition est la conséquence nécessaire de la publication de la deuxième édition de la CEI 60999-1.

Elle a le statut d'une publication groupée de sécurité conformément au Guide 104 de la CEI.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17B/1274 /FDIS	17B/1280/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Il convient de lire cette partie de la CEI 60999 conjointement avec la CEI 60999-1.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**CONNECTING DEVICES –
ELECTRICAL COPPER CONDUCTORS –
SAFETY REQUIREMENTS FOR SCREW-TYPE AND
SCREWLESS-TYPE CLAMPING UNITS –**

**Part 2: Particular requirements for clamping units for
conductors above 35 mm² up to 300 mm² (included)**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60999-2 has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This second edition of IEC 60999-2 cancels and replaces the first edition published in 1995. This second edition is the necessary consequence of the publication of the second edition of IEC 60999-1.

It has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
17B/1274/FDIS	17B/1280/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

This part of IEC 60999 should be read in conjunction with IEC 60999-1.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2009. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2009. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

La présente norme de sécurité est une extension de la CEI 60999-1 et concerne les organes de serrage pour conducteurs en cuivre au-dessus de 35 mm² et jusqu'à 300 mm² compris. Le domaine d'application de la CEI 60999-1 est limité à 35 mm². Cette norme donne des conseils aux comités d'étude utilisant des organes de serrage au-dessus de 35 mm² et jusqu'à 300 mm².

INTRODUCTION

This safety standard is a continuation of IEC 60999-1 and covers clamping units for copper conductors above 35 mm² up to and including 300 mm². The scope of IEC 60999-1 is limited up to 35 mm². This standard gives guidance to technical committees using clamping units above 35 mm² up to 300 mm².

DISPOSITIFS DE CONNEXION – CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES EN CUIVRE – PRESCRIPTIONS DE SÉCURITÉ POUR ORGANES DE SERRAGE À VIS ET SANS VIS –

Partie 2: Prescriptions particulières pour les organes de serrage pour conducteurs au-dessus de 35 mm² et jusqu'à 300 mm² (inclus)

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60999 s'applique aux organes de serrage à vis et sans vis pour dispositifs de connexion, soit en tant que parties séparées, soit en tant que parties intégrantes du matériel pour la connexion de conducteurs électriques en cuivre (conforme à la CEI 60228), rigides à âme câblée et/ou souples, ayant une section supérieure à 35 mm² et jusqu'à 300 mm² inclus et de tailles équivalentes AWG/kcmil avec une tension assignée ne dépassant pas 1000 V en courant alternatif, de fréquence jusqu'à 1000 Hz inclus, et 1500 V en courant continu.

Elle s'applique aux organes de serrage prévus pour la connexion de conducteurs non préparés.

Cette norme ne s'applique pas aux organes de serrage:

- pour la connexion par sertissage ou soudure;
- pour les organes de serrage pour fil non universel définis en 3.10.2 de la CEI 60999-1.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60228:1978, *Ames des câbles isolés*
Amendement 1 (1993)

CEI 60228A:1982, *Ames des câbles isolés – Premier complément*

CEI 60999-1:1999, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm² à 35 mm² (inclus)*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60999, l'Article 3 de la CEI 60999-1 est applicable avec les modifications suivantes.

La définition 3.10.2 de la CEI 60999-1 n'est pas applicable.

**CONNECTING DEVICES –
ELECTRICAL COPPER CONDUCTORS –
SAFETY REQUIREMENTS FOR SCREW-TYPE AND
SCREWLESS-TYPE CLAMPING UNITS –**

**Part 2: Particular requirements for clamping units for
conductors above 35 mm² up to 300 mm² (included)**

1 Scope

This part of IEC 60999 applies to screw-type and screwless-type clamping units for connecting devices, either as separate entities or as integral parts of equipment, for the connection of electrical copper conductors (complying with IEC 60228), rigid stranded and/or flexible, having a cross-section above 35 mm² and up to and including 300 mm² and equivalent AWG/kcmil sizes with a rated voltage not exceeding 1000 V a.c. and a frequency up to and including 1000 Hz and 1500 V d.c.

It applies to clamping units primarily suitable for connecting unprepared conductors.

This standard does not apply to clamping units:

- for connection by crimping or soldering;
- for non-universal clamping units defined in 3.10.2 of IEC 60999-1.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60228:1978, *Conductors of insulated cables*
Amendment 1 (1993)

IEC 60228A:1982, *Conductors of insulated cables – First supplement*

IEC 60999-1:1999, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm² up to 35 mm² (included)*

3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 60999, Clause 3 of IEC 60999-1 applies, with the following modifications.

Definition 3.10.2 of IEC 60999-1 is not applicable.

3.11

section assignée d'un organe de serrage

valeur de la section du conducteur raccordable déclarée par le constructeur et à laquelle il est fait référence pour les prescriptions thermiques, mécaniques et électriques

NOTE La section assignée est équivalente à la capacité de connexion assignée selon 3.11 de la CEI 60999-1.

4 Généralités

L'Article 4 de la CEI 60999-1 est applicable.

5 Notes générales sur les essais

L'Article 5 de la CEI 60999-1 est applicable.

6 Caractéristiques principales

Les sections assignées normalisées d'un organe de serrage sont: 50 mm², 70 mm², 95 mm², 120 mm², 150 mm², 185 mm², 240 mm² et 300 mm².

NOTE Actuellement dans certains pays, on peut utiliser la désignation par calibres de fil (par exemple AWG aux Etats-Unis et au Canada) au lieu d'exprimer la section en millimètres carrés. Voir l'Annexe A pour la correspondance approximative entre les millimètres carrés et AWG/kcmil.

7 Connexion des conducteurs

7.1 En général, les organes de serrage sont appropriés pour recevoir un seul conducteur. Certains types peuvent aussi être utilisés pour deux ou plusieurs conducteurs de mêmes ou de différentes sections nominales ou pour une combinaison.

Les organes de serrage doivent accepter des conducteurs non préparés.

NOTE Les organes de serrage à vis ne sont pas appropriés pour la connexion de conducteurs souples avec des extrémités étamées.

7.2 Chaque organe de serrage, s'il n'y a pas de spécification contraire dans la norme de produit correspondante, doit, en plus de sa section assignée, recevoir au moins les deux sections successives inférieures (par exemple, un organe de serrage ayant une section assignée de 70 mm² doit serrer correctement un conducteur du même type de 35 mm², 50 mm² ou 70 mm²).

Lorsqu'un organe de serrage couvre une gamme plus étendue que le minimum, cette information doit être marquée sur l'organe de serrage ou déclarée dans la littérature du constructeur.

7.3 Le diamètre théorique du conducteur le plus gros et la relation entre la section assignée et les conducteurs raccordables sont donnés au Tableau 1.

3.11

rated cross-section of a clamping unit

value of connectable conductor cross-section stated by the manufacturer and to which certain thermal, mechanical and electrical requirements are referred

NOTE The rated cross-section is the equivalent of the rated connecting capacity in accordance with 3.11 of IEC 60999-1.

4 General

Clause 4 of IEC 60999-1 applies.

5 General notes on tests

Clause 5 of IEC 60999-1 applies.

6 Main characteristics

The standard rated cross-sections of a clamping unit are: 50 mm², 70 mm², 95 mm², 120 mm², 150 mm², 185 mm², 240 mm² and 300 mm².

NOTE For the time being, in some countries, the designation by wire gauges (e.g. AWG in USA and Canada) may be used instead of the cross-sections expressed in square millimetres. For the approximate relationship between square millimetres and AWG/kcmil see Annex A.

7 Connection of conductors

7.1 In general, clamping units are suitable to accept one conductor only. Certain types may also be used for two or more conductors of the same or of different nominal cross-sections or compositions.

Clamping units shall accept unprepared conductors.

NOTE Screw-type clamping units are not suitable for the connection of flexible conductors with tin soldered ends.

7.2 Each clamping unit, if not otherwise stated in the relevant product standard, shall, in addition to its rated cross-section, accept at least the two successive smaller cross-sections (e.g. a clamping unit having the rated cross-section of 70 mm² shall reliably clamp a conductor of the same type of 35 mm², 50 mm² or 70 mm²).

If a clamping unit covers a range larger than the minimum, this shall be marked either on the clamping unit or stated in the manufacturer's literature.

7.3 The theoretical diameter of the largest conductor and the relationship between the rated cross-section and connectable conductors are given in Table 1.

Tableau 1 – Relation entre la section assignée et le diamètre des conducteurs

Section assignée mm ²	Diamètre théorique du conducteur le plus gros					Conducteurs raccordables	
	Métrique		AWG/kcmil				
	Rigide à âme câblée mm	Souple ^a mm	Calibre	Rigide à âme câblée mm	Souple mm	Rigide	Souple
50	9,1	11,0	0	9,64	12,08	A spécifier dans la norme de produit correspondante	
70	11,0	13,1	00	11,17	13,54		
95	12,9	15,1	000	12,54	15,33		
–	–	–	0000	14,08	17,22		
120	14,5	17,0	250	15,34	19,01		
150	16,2	19,0	300	16,80	20,48		
185	18,0	21,0	350	18,16	22,05		
–	–	–	400	19,42	24,05		
240	20,6	24,0	500	21,68	26,57		
300	23,1	27,0	600	23,82	30,03		

^a Dimensions pour les conducteurs souples de classe 5 uniquement, conformément à la CEI 60228A.

NOTE Les diamètres des conducteurs rigides ou souples les plus gros sont basés sur le Tableau 1 et le Tableau 3 de la CEI 60228A et, pour les conducteurs AWG, sur les publications ASTM B 172-71 [1]¹, ICEA S-19-81 [2], ICEA S-66-524 [3] et ICEA S-66-516 [4].

7.4 Les organes de serrage, à moins qu'il n'en soit spécifié autrement par le constructeur, doivent pouvoir accepter des conducteurs rigides à âme câblée et souples comme indiqué au Tableau 1; dans ce cas aucun marquage n'est nécessaire.

Si un organe de serrage selon les spécifications du constructeur peut accepter seulement un type de conducteur (rigide ou souple), cela doit être soit clairement marqué sur le produit final respectivement par les lettres «r» ou «f», soit indiqué sur le plus petit emballage et/ou dans une information technique.

La conformité doit être vérifiée par examen et par les essais de 9.1 et 9.6.

7.5 Sur les organes de serrage sans vis, la connexion et la déconnexion des conducteurs doivent être effectuées au moyen d'un outil d'usage courant, ou d'un dispositif approprié intégré à l'organe de serrage, de façon à l'ouvrir pour permettre l'insertion ou le retrait des conducteurs.

La conformité doit être vérifiée par examen et par l'essai de 9.3.

8 Prescriptions de construction

L'Article 8 de la CEI 60999-1 est applicable avec les modifications suivantes.

Remplacer 8.1.1 de la CEI 60999-1 comme suit:

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

Table 1 – Relationship between rated cross-section and diameter of conductors

Rated cross-section mm ²	Theoretical diameter of the largest conductor					Connectable conductors	
	Metric		Gauge	AWG/kcmil			
	Rigid stranded mm	Flexible ^a mm		Rigid stranded mm	Flexible mm	Rigid	Flexible
50	9,1	11,0	0	9,64	12,08	To be specified in the relevant product standard	
70	11,0	13,1	00	11,17	13,54		
95	12,9	15,1	000	12,54	15,33		
–	–	–	0000	14,08	17,22		
120	14,5	17,0	250	15,34	19,01		
150	16,2	19,0	300	16,80	20,48		
185	18,0	21,0	350	18,16	22,05		
–	–	–	400	19,42	24,05		
240	20,6	24,0	500	21,68	26,57		
300	23,1	27,0	600	23,82	30,03		

^a Dimensions for class 5 flexible conductors only, according to IEC 60228A.

NOTE Diameters of the largest rigid and flexible conductors are based on Table 1 and Table 3 of IEC 60228A and, for AWG conductors, on ASTM B 172-71 [1]¹, ICEA Publication S-19-81 [2], ICEA Publication S-66-524 [3] and ICEA Publication S-66-516 [4].

7.4 Clamping units, unless otherwise specified by the manufacturer, shall accept rigid stranded and flexible conductors as indicated in Table 1, in which case no markings are necessary.

If a clamping unit according to the manufacturer's specification can accept only one type of conductor (rigid or flexible), this shall be either clearly marked on the end product, respectively by the letters "r" or "f", or indicated on the smallest package unit and/or in the technical information.

Compliance shall be checked by inspection and by the tests of 9.1 and 9.6.

7.5 On screwless-type clamping units, the connection or disconnection of conductors shall be made by the use of a general purpose tool, or of a convenient device integral with the clamping unit, in order to open it for the insertion or the withdrawal of the conductors.

Compliance shall be checked by inspection and by the test of 9.3.

8 Constructional requirements

Clause 8 of IEC 60999-1 applies with the following modifications.

Replace 8.1.1 of IEC 60999-1 as follows:

¹ Figures in square brackets refer to the bibliography.

8.1.1 Les parties des organes de serrage principalement prévues pour transporter le courant doivent être en:

- cuivre; ou
- un alliage contenant au moins 58 % de cuivre pour les pièces travaillées à froid ou au moins 50 % de cuivre pour les autres pièces; ou
- un autre métal avec une protection de surface offrant une résistance à la corrosion non inférieure à celle offerte par le cuivre et ayant des propriétés mécaniques au moins équivalentes.

La conformité doit être vérifiée par examen et par l'essai spécifié dans la norme de produit concernée.

8.1.2 Non applicable.

8.4 La note n'est pas applicable.

9 Essais

9.1 Le raccordement du plus gros conducteur est vérifié par l'essai de l'Annexe B ou par le raccordement du plus gros conducteur après dénudage et remise en forme des extrémités des âmes rigides câblées et souples des conducteurs.

NOTE Le constructeur peut spécifier la méthode d'essai.

L'extrémité dénudée du conducteur doit passer entièrement à travers l'ouverture de l'organe de serrage sans force excessive.

9.2 Trois organes de serrage à l'état neuf sont équipés de conducteurs neufs du type et de la section assignée selon le Tableau 1 et dont la composition de l'âme est en conformité avec l'Annexe C.

Avant l'insertion dans l'organe de serrage, les brins des conducteurs rigides câblés et souples peuvent être remis en forme.

L'utilisation d'un outil est permise.

Il doit être possible d'introduire le conducteur dans l'organe de serrage sans force excessive.

Le conducteur est introduit dans l'organe de serrage, jusqu'à ce qu'il ressorte juste du côté opposé de l'organe de serrage si possible, et dans la position la plus favorable à l'échappement d'un brin.

Les vis de serrage, s'il y a lieu, sont alors serrées au couple indiqué en 9.6.

Après l'essai, aucun brin du conducteur ne doit s'être échappé de l'organe de serrage de telle sorte que les lignes de fuite et les distances d'isolement prescrites par la norme de produit concernée soient réduites.

9.3 Les organes de serrage sans vis conformes à 7.5 sont essayés avec des conducteurs rigides à âme câblée et souples ayant le plus gros diamètre.

Cinq raccordements et déconnexions sont effectués sur chaque type de conducteur pour lequel l'emploi de l'organe de serrage est prévu.

8.1.1 Parts of clamping units mainly intended for carrying current, shall be of

- copper, or
- an alloy containing at least 58 % copper for parts that are worked cold or at least 50 % copper for other parts, or
- other metal with surface protection offering a resistance to corrosion not less than that of copper and having mechanical properties at least equivalent.

Compliance shall be checked by inspection and by the test specified in the relevant product standard.

8.1.2 Not applicable.

8.4 The note is not applicable.

9 Tests

9.1 The insertion of the largest conductor is checked by the test according to Annex B, or by the insertion of the largest conductor after the insulation has been removed and the ends of the rigid stranded and of the flexible conductors have been reshaped.

NOTE The manufacturer may specify the test method.

The stripped end of the conductor shall be able to enter completely within the clamping unit aperture, without use of undue force.

9.2 Three new clamping units are fitted with new conductors of the type and of the rated cross-section according to Table 1 and whose core composition complies with Annex C.

Before insertion into the clamping unit, wires of stranded rigid conductors and flexible conductors may be reshaped.

The use of a tool is permitted.

It shall be possible to fit the conductor into the clamping unit without use of undue force.

The conductor is inserted into the clamping unit until it just protrudes from the far side of the clamping unit if possible, and in the position most likely to allow the wire to escape.

The clamping screws, if any, are then tightened with a torque as shown in 9.6.

After the test, no wire of the conductor shall have escaped outside the clamping unit, thus reducing creepage distances and clearances required by the relevant product standard.

9.3 Screwless clamping units according to 7.5 are tested with rigid stranded and flexible conductors having the largest diameter.

Five insertions and disconnections are made with each type of conductor for which the clamping unit is intended to be used.

Des conducteurs neufs sont utilisés chaque fois, sauf la cinquième fois, le conducteur utilisé pour la quatrième insertion étant serré au même endroit. A chaque insertion, les conducteurs sont soit engagés le plus loin possible dans l'organe de serrage, soit engagés afin que la connexion appropriée soit évidente et ensuite déconnectés. Après ces essais, l'organe de serrage ne doit pas être endommagé au point d'empêcher son utilisation ultérieure.

9.4 Pour la vérification de la prescription de 8.10 de la CEI 60999-1 (serrage du conducteur sans détérioration du conducteur), trois organes de serrage neufs sont introduits dans le dispositif de la Figure 1, équipés de conducteurs neufs pour ce qui est du nombre, de la section et du type (souple et/ou rigide à âme câblée) spécifiés par le constructeur.

Les essais suivants doivent être effectués avec:

- a) le conducteur de la section minimale,
- b) le conducteur de la section maximale,

et, le cas échéant

- c) le nombre maximal de conducteurs de la plus petite section,
- d) le nombre maximal de conducteurs de la plus grosse section,
- e) le nombre maximal de conducteurs de la plus petite et de la plus grosse section connectés simultanément dans l'organe de serrage.

NOTE La section des conducteurs spécifiés en c), d) et e) peut être différente de la section spécifiée en a) et b).

La longueur du conducteur d'essai doit être de 75 mm supérieure à la hauteur (H) spécifiée au Tableau 2.

Le conducteur d'essai est ensuite raccordé à l'organe de serrage, et les vis ou les écrous, s'il y a lieu, sont serrés au couple indiqué en 9.6

Chacun des conducteurs est soumis à l'essai suivant.

L'extrémité d'un conducteur est passée à travers un manchon de taille appropriée dans un plateau placé à une hauteur (H) en dessous de l'appareil comme indiqué au Tableau 2. Le manchon est placé dans un plan horizontal, de manière que sa ligne médiane décrive un cercle de 75 mm de diamètre, concentrique au centre de l'organe de serrage; on fait alors tourner le plateau dans un plan horizontal à une vitesse de $(10 \pm 2) \text{ min}^{-1}$.

La distance entre l'entrée de l'organe de serrage et la surface supérieure du manchon doit être la hauteur indiquée au Tableau 2 dans la limite de ± 15 mm. Le manchon peut être lubrifié afin d'empêcher la retenue, la torsion ou la rotation du conducteur isolé.

Une masse, comme spécifié au Tableau 2, est suspendue à l'extrémité du conducteur. La durée de l'essai est de 15 min.

Pendant l'essai, le conducteur ne doit ni s'échapper de l'organe de serrage, ni se casser près de l'organe de serrage; il ne doit pas non plus être endommagé de façon telle qu'il soit impropre à une utilisation ultérieure.

Immédiatement après cet essai, chaque conducteur en essai doit être soumis à l'essai de 9.5 (essai de traction) dans l'équipement d'essai.

New conductors are used each time, except for the fifth time, when the conductor used for the fourth insertion is clamped at the same place. For each insertion, the conductors are either pushed as far as possible into the clamping unit or are inserted so that adequate connection is obvious and subsequently disconnected. After these tests, the clamping unit shall not be damaged in such a way as to impair its further use.

9.4 For checking the requirement of 8.10 of IEC 60999-1 (clamping the conductor without undue damage to the conductor), three new clamping units are fitted with new conductors in terms of number, cross-section and type (flexible and/or rigid stranded), as specified by the manufacturer in the equipment shown in Figure 1.

The following tests shall be carried out with:

- a) the conductor of the smallest cross-section,
- b) the conductor of the largest cross-section

and, if applicable

- c) the maximum number of conductors of the smallest cross-section,
- d) the maximum number of conductors of the largest cross-section,
- e) the maximum number of conductors of the smallest and largest cross-section simultaneously connected to the clamping unit.

NOTE The cross-sections of the conductors specified in c), d) and e) may be different from the cross-sections specified in a) and b).

The length of the test conductor shall be 75 mm longer than the height (H) specified in Table 2.

The test conductor is then connected to the clamping unit, and the clamping screws or nuts, if any, are tightened according to 9.6.

Each of the conductors is subjected to the following test.

The end of one conductor is passed through an appropriate sized bushing in a platen positioned at a height (H) below the equipment as given in Table 2. The bushing is positioned in a horizontal plane such that its centre line describes a circle of 75 mm diameter, concentric with the centre of the clamping unit in the horizontal (plane); the platen is then rotated at a rate of $(10 \pm 2) \text{ min}^{-1}$.

The distance between the mouth of the clamping unit and the upper surface of the bushing shall be within ± 15 mm of the height indicated in Table 2. The bushing may be lubricated to prevent binding, twisting or rotation of the insulated conductor.

A mass, as specified in Table 2, is suspended from the end of the conductor. The duration of the test is 15 min.

During the test, the conductor shall neither slip out of the clamping unit nor break near the clamping unit; it shall neither be damaged in such a way as to render it unfit for further use.

Immediately after this test, each conductor under test shall be submitted, in the test equipment, to the test of 9.5 (pull test).

Tableau 2 – Valeurs d'essai pour les essais de flexion et de traction pour les conducteurs ronds en cuivre

Section du conducteur		Diamètre du trou du manchon ^{a, b}	Hauteur H^a	Masse	Force de traction
mm ²	AWG/kcmil				
50	0	15,9	343	9,5	236
70	00	19,1	368	10,4	285
95	000	19,1	368	14,0	351
–	0000	19,1	368	14,0	427
120	250	22,2	406	14,0	427
150	300	22,2	406	15,0	427
185	350	25,4	432	16,8	503
–	400	25,4	432	16,8	503
240	500	28,6	464	20,0	578
300	600	28,6	464	22,7	578

^a Tolérances: pour la hauteur $H \pm 15$ mm, pour le diamètre du trou du manchon ± 2 mm.

^b Si le diamètre du trou du manchon n'est pas assez grand pour recevoir le conducteur sans retenue, on peut utiliser un manchon dont la taille du trou est immédiatement supérieure.

9.5 Après l'essai de 9.4, la force de traction indiquée au Tableau 2 doit être appliquée à chaque conducteur soumis à l'essai selon 9.4. Les vis ou les écrous de serrage, s'il y a lieu, ne doivent pas être resserrés pour cet essai. La force doit être appliquée, sans à-coups, pendant 1 min, dans la direction de l'axe du conducteur.

Pendant l'essai le conducteur ne doit pas s'échapper de l'organe de serrage.

9.6 L'essai est effectué sur des organes de serrage à vis avec des conducteurs en cuivre ayant la section assignée appropriée, conformément à 7.4.

Les vis et les écrous sont serrés et desserrés cinq fois au moyen d'un tournevis ou d'une clef d'essai appropriés, le couple de serrage doit être égal à celui indiqué dans la colonne correspondante du Tableau 3 ou alors à un couple de serrage plus élevé comme spécifié par le constructeur.

Une nouvelle extrémité du conducteur est utilisée chaque fois que la vis ou l'écrou est desserré.

Lorsqu'une vis a une tête hexagonale à fente et que les valeurs des colonnes III et IV du Tableau 3 sont différentes, l'essai est fait deux fois, premièrement sur un lot de trois spécimens en appliquant à la tête hexagonale le couple spécifié à la colonne IV, puis à un autre lot de trois spécimens en appliquant le couple spécifié à la colonne III au moyen d'un tournevis. Si les valeurs des colonnes III et IV sont les mêmes, seul l'essai avec le tournevis est effectué.

Les vis et les écrous pour serrer les conducteurs doivent avoir un filetage métrique ISO ou un filetage équivalent en pas et en résistance mécanique.

Pendant l'essai, l'organe de serrage ne doit pas être endommagé, par exemple, par la cassure des vis ou l'endommagement des fentes des têtes de vis, des filetages, des rondelles ou des étriers, au point d'empêcher leur utilisation ultérieure.

Table 2 – Test values for flexion and pull-out tests for round copper conductors

Conductor cross-section		Diameter of bushing hole ^{a, b}	Height H^a	Mass	Pulling force
mm ²	AWG/kcmil				
50	0	15,9	343	9,5	236
70	00	19,1	368	10,4	285
95	000	19,1	368	14,0	351
–	0000	19,1	368	14,0	427
120	250	22,2	406	14,0	427
150	300	22,2	406	15,0	427
185	350	25,4	432	16,8	503
–	400	25,4	432	16,8	503
240	500	28,6	464	20,0	578
300	600	28,6	464	22,7	578

^a Tolerances: for height $H \pm 15$ mm, for diameter of the bushing hole ± 2 mm.

^b If the bushing hole diameter is not large enough to accommodate the conductor without binding, a bushing having the next larger hole size may be used.

9.5 After the test of 9.4, the pulling force given in Table 2 shall be applied to each conductor tested in accordance with 9.4. Clamping screws or nuts, if any, shall not be tightened again for this test. The force shall be applied, without jerks, for 1 min, in the direction of the axis of the conductor.

During the test the conductor shall not slip out of the clamping unit.

9.6 The test is carried out on screw-type clamping units with copper conductors having the appropriate rated cross-section in accordance with 7.4.

Screws and nuts are tightened and loosened five times by means of a suitable test screwdriver or spanner, the tightening torque shall be in accordance with the appropriate column of Table 3 or alternatively a higher tightening torque as specified by the manufacturer.

A new conductor-end is used each time the screw or nut is loosened.

Where a screw has a hexagonal head with a slot and the values in columns III and IV of Table 3 are different, the test is made twice, first on a set of three specimens, applying to the hexagonal head the torque specified in column IV, and then on another set of three specimens, applying the torque specified in column III, by means of a screwdriver. If the values in columns III and IV are the same, only the test with the screwdriver is made.

Screws and nuts for clamping the conductors shall have a metric ISO thread or a thread comparable in pitch and mechanical strength.

During the test the clamping unit shall not be damaged, for example, by the breakage of screws or damage to the head slots of screws, threads, washers or stirrups, so as to prevent their further use.

La forme de la lame du tournevis d'essai doit être appropriée à la tête des vis à essayer.

Les vis et les écrous ne doivent pas être serrés par à-coups.

Tableau 3 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis

Diamètre de la vis mm		Couple de serrage Nm		
Valeurs normales du système métrique	Gamme de diamètres	I ^a	III ^b	IV ^c
2,5	≤ 2,8	0,2	0,4	0,4
3,0	> 2,8 jusqu'à 3,0 inclusivement	0,25	0,5	0,5
–	> 3,0 jusqu'à 3,2 inclusivement	0,3	0,6	0,6
3,5	> 3,2 jusqu'à 3,6 inclusivement	0,4	0,8	0,8
4	> 3,6 jusqu'à 4,1 inclusivement	0,7	1,2	1,2
4,5	> 4,1 jusqu'à 4,7 inclusivement	0,8	1,8	1,8
5	> 4,7 jusqu'à 5,3 inclusivement	0,8	2,0	2,0
6	> 5,3 jusqu'à 6,0 inclusivement	1,2	2,5	3,0
8	> 6,0 jusqu'à 8,0 inclusivement	2,5	3,5	6,0
10	> 8,0 jusqu'à 10,0 inclusivement	–	4,0	10,0
12	> 10 jusqu'à 12 inclusivement	–	–	14,0
14	> 12 jusqu'à 15 inclusivement	–	–	19,0
16	> 15 jusqu'à 20 inclusivement	–	–	25,0
20	> 20 jusqu'à 24 inclusivement	–	–	36,0
24	> 24	–	–	50,0

^a La colonne I s'applique aux vis sans tête qui, lorsqu'elles sont serrées, ne dépassent pas de leur logement et aux autres vis qui ne peuvent être serrées au moyen d'un tournevis ayant une lame plus large que le diamètre de la vis.

^b La colonne III s'applique aux écrous et aux vis serrés au moyen d'un tournevis.

^c La colonne IV s'applique aux écrous et aux vis qui peuvent être serrés par des moyens autres qu'un tournevis.

9.7 Pour l'essai d'échauffement sur le produit fini, les organes de serrage sont raccordés avec le conducteur ayant la section assignée et de type appropriés, et dans les conditions stipulées dans la norme de produit correspondante; les vis ou écrous, s'il y a lieu, sont serrés avec un couple conforme à celui spécifié en 9.6.

9.8 La performance électrique des organes de serrage sans vis est vérifiée par l'essai suivant, qui est effectué sur 10 spécimens neufs de chaque conception qui n'ont pas été utilisés pour un autre essai. Dans le cas d'organes de serrage faisant partie d'un matériel, ceux-ci peuvent être soumis à l'essai séparément.

L'essai est effectué comme suit avec des conducteurs en cuivre neufs:

- rigides à âme câblée pour les organes de serrage qui peuvent accepter ces conducteurs uniquement;
- rigides à âme câblée et souples pour les organes de serrage qui peuvent accepter les deux types de conducteurs.

The shape of the blade of the test screwdriver shall suit the head of the screws to be tested.

The screws and nuts shall not be tightened in jerks.

Table 3 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals

Diameter of thread mm		Tightening torque Nm		
Metric standard values	Range of diameter	I ^a	III ^b	IV ^c
2,5	≤ 2,8	0,2	0,4	0,4
3,0	> 2,8 up to and including 3,0	0,25	0,5	0,5
–	> 3,0 up to and including 3,2	0,3	0,6	0,6
3,5	> 3,2 up to and including 3,6	0,4	0,8	0,8
4	> 3,6 up to and including 4,1	0,7	1,2	1,2
4,5	> 4,1 up to and including 4,7	0,8	1,8	1,8
5	> 4,7 up to and including 5,3	0,8	2,0	2,0
6	> 5,3 up to and including 6,0	1,2	2,5	3,0
8	> 6,0 up to and including 8,0	2,5	3,5	6,0
10	> 8,0 up to and including 10,0	–	4,0	10,0
12	> 10 up to and including 12	–	–	14,0
14	> 12 up to and including 15	–	–	19,0
16	> 15 up to and including 20	–	–	25,0
20	> 20 up to and including 24	–	–	36,0
24	> 24	–	–	50,0

^a Column I applies to screws without heads which, when tightened, do not protrude from the hole, and to other screws which cannot be tightened by means of a screwdriver with a blade wider than the diameter of the screw.

^b Column III applies to nuts and screws which are tightened by means of a screwdriver.

^c Column IV applies to nuts and screws which can be tightened by means other than that of a screwdriver.

9.7 For the temperature-rise test on the end-product, clamping units are connected with the conductor having the appropriate rated cross-section and type, and under the conditions stated in the relevant product standard; the screws or nuts, if any, are tightened with a torque in accordance with that specified in 9.6.

9.8 The electrical performance of screwless-type clamping units is verified by the following test, which is made on 10 new specimens of each design which have not been used for any other test. In the case of clamping units forming part of an equipment, these may be submitted separately.

The test is made with new copper conductors as follows:

- rigid, stranded for clamping units which can accept these conductors only;
- rigid, stranded and flexible for clamping units which can accept both types.

Un conducteur de la plus petite section est raccordé à chacun des cinq organes de serrage, comme en usage normal, et un conducteur de la plus grosse section est raccordé à chacun des cinq autres organes de serrage, comme en usage normal.

Les organes de serrage sont chargés pendant 1 h sous un courant alternatif égal au courant d'essai donné dans la norme de produit correspondante.

Immédiatement après cette période et avec le même courant (du courant continu peut être utilisé) la chute de tension à travers chaque organe de serrage est mesurée, aussi près que possible de la zone de contact sur l'organe de serrage (pour les détails, voir la norme de produit).

En aucun cas la chute de tension ne doit dépasser 15 mV.

9.9 Disponible

9.10 Les organes de serrage sans vis, déjà soumis à la détermination des chutes de tension spécifiées en 9.8, sont placés dans une étuve, initialement maintenue à une température de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Pendant l'essai, on fait passer un courant égal à la valeur du courant d'essai donné dans les normes de produit concernées sauf pendant la période de refroidissement.

La disposition de l'essai, y compris les conducteurs, ne doit pas être déplacée tant que l'essai de détermination des chutes de tension n'est pas terminé.

Les organes de serrage sont alors soumis, de la manière suivante, à 192 cycles de température, chaque cycle durant environ 1 h.

La température de l'air de l'étuve est élevée à 40°C en 20 min environ, ou à des valeurs supérieures conformément à la norme de produit appropriée.

Elle est maintenue à $\pm 5^{\circ}\text{C}$ de cette valeur pendant environ 10 min. Les organes de serrage sont alors refroidis pendant environ 20 min jusqu'à une température de 30°C environ, le refroidissement accéléré est autorisé.

Ils sont conservés à cette température pendant environ 10 min et, si cela est nécessaire pour mesurer la chute de tension, il est autorisé de les refroidir jusqu'à une température de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

La chute de tension est mesurée en utilisant le courant et les dispositions d'essai conformes à 9.8, après le 24^e cycle de température et après que les 192 cycles de température sont terminés.

La chute de tension admise ne doit pas dépasser la plus petite des deux valeurs suivantes:

- soit 22,5 mV;
- soit 1,5 fois la valeur mesurée après le 24^e cycle.

La température de l'étuve doit être mesurée à une distance d'au moins 50 mm des spécimens.

Après cet essai, un examen à l'œil nu, en vision normale ou corrigée et sans l'aide de grossissement, ne doit pas montrer de changements, tel que fissures, déformations, etc. empêchant l'utilisation ultérieure des organes de serrage.

A conductor having the smallest cross-section is connected, as in normal use, to each of five clamping units and a conductor having the largest cross-section is connected, as in normal use, to each of the five other clamping units.

The clamping units are loaded for 1 h with an a.c. current equal to the test current defined in the relevant product standard.

Immediately after this period and with the same current flowing (d.c. current may be used) the voltage drop across each clamping unit is measured as near as possible to the area of contact on the clamping unit (for details, see the product standard).

In no case shall the voltage drop exceed 15 mV.

9.9 Void

9.10 The screwless-type clamping units, already subjected to the determination of the voltage drops specified in 9.8, are placed in a heating cabinet, which is initially kept at a temperature of $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

During the test, a current equal to the value of the test current passes as defined in the relevant product standard, except during the cooling period.

The whole test arrangement, including the conductors, shall not be moved until all the following voltage drop tests have been completed.

The clamping units are then subjected to 192 temperature cycles, each cycle having a duration of approximately 1 h, as follows.

The air temperature in the cabinet is raised in approximately 20 min to 40°C or to higher values according to the relevant product standard.

It is maintained within $\pm 5^{\circ}\text{C}$ of this value for approximately 10 min. The clamping units are then allowed to cool down, during approximately 20 min to a temperature of approximately 30°C , forced cooling being allowed.

They are kept at this temperature for approximately 10 min and, if necessary for measuring the voltage drop, allowed to cool down further, to a temperature of $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

The voltage drop is measured using the current and test arrangement previously specified in 9.8 after the 24th temperature cycle and after the 192 temperature cycles are completed.

The allowable voltage drop shall not exceed the smaller of the two following values:

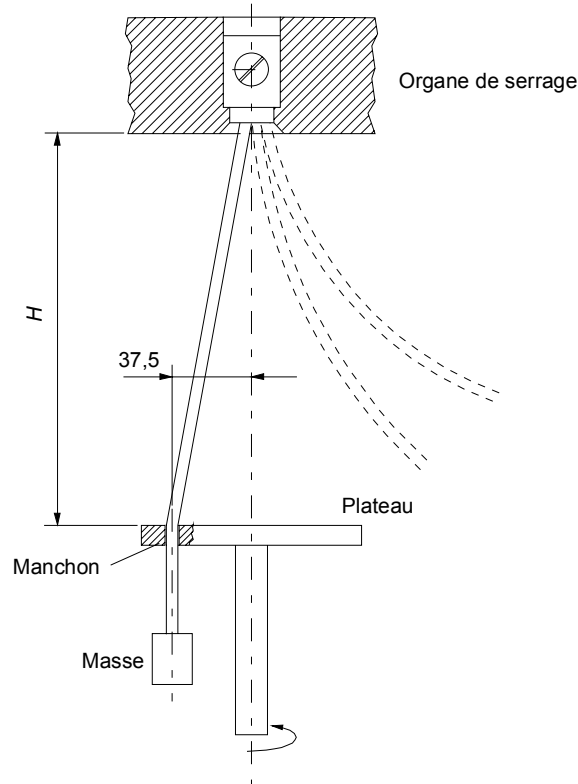
- either 22,5 mV;
- or 1,5 times the value measured after the 24th cycle.

The temperature in the heating cabinet shall be measured at a distance of at least 50 mm from the specimens.

After this test an inspection by the naked eye, with normal or corrected vision and without additional magnification, shall show no changes obviously preventing further use, such as cracks, deformations or the like.

L'essai, conformément aux normes de produit appropriées, peut aussi être effectué à température ambiante. Dans ce cas, le courant d'essai doit être augmenté de manière que l'organe de serrage atteigne la température d'essai proposée de $40\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ ou de valeur supérieure, comme défini ci-dessus. En cas de doute sur les résultats, l'essai est effectué sur un lot de spécimens neufs dans l'étuve, conformément à ce paragraphe.

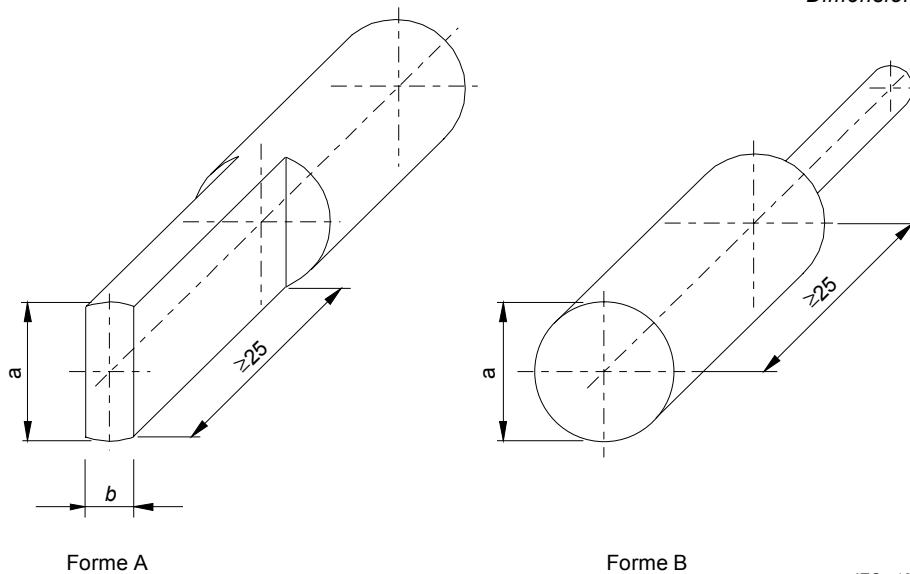
Dimensions en millimètres



IEC 1393/03

Figure 1 – Appareil d'essai selon 9.4

Dimensions en millimètres

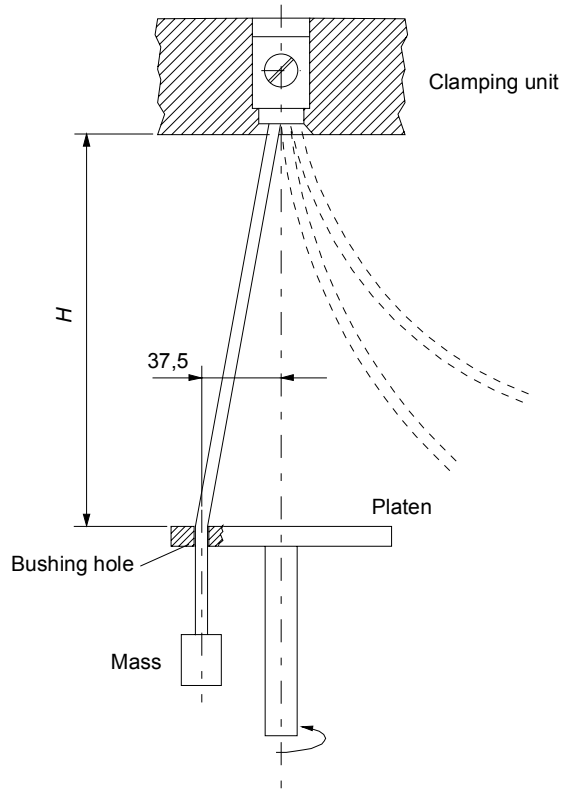


IEC 1394/03

Figure 2 – Calibres de forme A et de forme B

The test, according to the relevant product standards, may also be carried out at ambient temperature. In this case, a suitable increase of the test current shall be made so that the clamping unit reaches the proposed heating temperature test of $40\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ or higher, as defined above. In case of doubt about the results, the test is carried out on a set of new specimens in the heating cabinet, in accordance with this subclause.

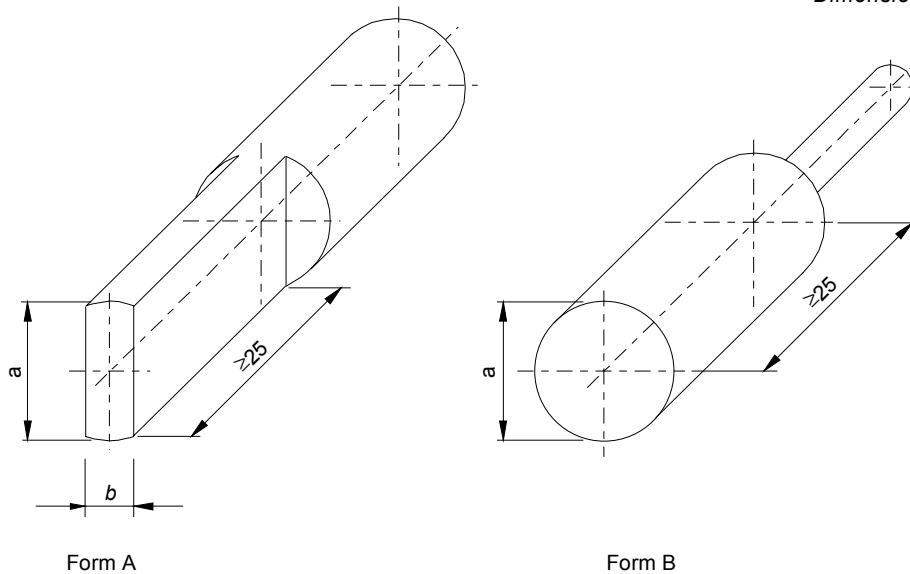
Dimensions in millimetres



IEC 1393/03

Figure 1 – Test apparatus according to 9.4

Dimensions in millimetres



IEC 1394/03

Figure 2 – Gauges of form A and form B

Annexe A
(informative)

Correspondance entre les tailles en mm² et AWG/kcmil

Tableau A.1 – Correspondance approximative entre les tailles en mm² et AWG/kcmil

Section assignée mm ²	Taille AWG/kcmil	Section métrique équivalente mm ²
–	1	42,4
50	0	53,5
70	00	67,4
95	000	85,0
–	0000	107,2
120	250	127,0
150	300	152,0
185	350	177,0
–	400	203,0
240	500	253,0
300	600	304,0

Annex A (informative)

Relationship between mm² and AWG/kcmil sizes

Table A.1 – Approximate relationship between mm² and AWG/kcmil sizes

Rated cross-section mm ²	AWG/kcmil size	Equivalent metric area mm ²
–	1	42,4
50	0	53,5
70	00	67,4
95	000	85,0
–	0000	107,2
120	250	127,0
150	300	152,0
185	350	177,0
–	400	203,0
240	500	253,0
300	600	304,0

Annexe B
(normative)

Section assignée du conducteur et calibres correspondants

Tableau B.1 – Section assignée et calibres correspondants

Section assignée mm ²	Diamètre théorique du conducteur le plus gros		Calibres (voir figure 2)					Déviation permise pour a et b mm
	Rigide à âme câblée mm	Souple ^a mm	Forme A			Forme B		
			Marquage	a mm	b mm	Marquage	a mm	
50	9,1	11,0	A9	10,2	9,2	B9	10,0	0 -0,07
			A10	12,3	11,0			
70	11,0	13,1	A10	12,3	11,0	B10	12,0	0 -0,08
			A11	14,2	13,1			
95	12,9	15,1	A11	14,2	13,1	B11	14,0	
			A12	16,2	15,1			
120	14,5	17,0	A12	16,2	15,1	B12	16,0	
			A13	18,2	17,0			
150	16,2	19,0	A13	18,2	17,0	B13	18,0	
			A14	20,2	19,0			
185	18,0	21,0	A14	20,2	19,0	B14	20,0	
			A15	22,2	21,0			
240	20,6	24,0	A15	22,2	21,0	B15	22,0	
			A16	26,5	24,0			B16
300	23,1	27,0	A16	26,5	24,0	B16	26,0	0 -0,09

^a Dimensions pour les conducteurs souples de classe 5 uniquement, conformément à la CEI 60228A.

Procédure d'essai:

L'essai est effectué avec les calibres spécifiés ci-dessus. La section de mesure du calibre doit pouvoir entrer dans l'ouverture de l'organe de serrage uniquement par la masse du calibre, sans avoir à forcer.

Construction des calibres:

La section de mesure du calibre doit être faite en acier pour calibre.

Annex B (normative)

Conductor rated cross-section and corresponding gauges

Table B.1 – Rated cross-section and corresponding gauges

Rated cross-section mm ²	Theoretical diameter of the largest conductor		Gauges (see figure 2)				Permissible deviation for a and b mm	
	Rigid stranded mm	Flexible ^a mm	Form A		Form B			
			Marking	a mm	b mm	Marking		a mm
50	9,1	11,0	A9	10,2	9,2	B9	10,0	0 -0,07
			A10	12,3	11,0	B10	12,0	
70	11,0	13,1	A11	12,3	11,0		B11	12,0
				14,2	13,1	14,0		
95	12,9	15,1	A12	14,2	13,1	B12	14,0	
				16,2	15,1		16,0	
120	14,5	17,0	A13	16,2	15,1	B13	16,0	
				18,2	17,0		18,0	
150	16,2	19,0	A14	18,2	17,0	B14	18,0	
				20,2	19,0		20,0	
185	18,0	21,0	A15	20,2	19,0	B15	20,0	
				22,2	21,0		22,0	
240	20,6	24,0	A16	22,2	21,0	B16	22,0	0 -0,09
				26,5	24,0		26,0	
300	23,1	27,0		26,5	24,0		26,0	

^a Dimensions for class 5 flexible conductors only, according to IEC 60228A.

Test procedure:

The test is carried out with the gauges specified here above. The measuring section of the gauge shall be able to penetrate into the clamping unit aperture by the mass of the gauge alone, without undue force.

Construction of gauges:

The measuring section of the gauge shall be made from gauge steel.

Annexe C
(normative)

Constitution des conducteurs à âme câblée et souples

Tableau C.1 – Constitution des conducteurs à âme câblée et souples selon les sections assignées

Section assignée mm ²	Nombre minimal de brins dans les conducteurs à âme câblée	Diamètre maximal des brins dans les conducteurs souples mm
50	19	0,41
70	19	0,51
95	19	0,51
120	37	0,51
150	37	0,51
185	37	0,51
240	61	0,51
300	61	0,51

Tableau C.2 – Constitution des conducteurs à âme câblée et souples selon les tailles AWG/kcmil

Taille du conducteur AWG/kcmil	Conducteurs à âme câblée Nombre minimal de brins dans un conducteur circulaire	Conducteurs souples Diamètre maximal des brins dans un conducteur mm
0	19	0,51
00	19	0,51
000	19	0,51
0000	19	0,51
250	37	0,51
300	37	0,51
350	37	0,51
400	37	0,51
500	37	0,51
600	61	0,51

Annex C (normative)

Construction of stranded and flexible conductors

**Table C.1 – Construction of stranded and flexible conductors
according to rated cross-sections**

Rated cross-section mm ²	Minimal number of wires in stranded conductors	Maximum diameter of wires in flexible conductors mm
50	19	0,41
70	19	0,51
95	19	0,51
120	37	0,51
150	37	0,51
185	37	0,51
240	61	0,51
300	61	0,51

**Table C.2 – Construction of stranded and flexible conductors
according to AWG/kcmil sizes**

Conductor size AWG/kcmil	Stranded conductors Minimal number of wires in circular non- compacted conductor	Flexible conductors Maximum diameter of wires in conductor mm
0	19	0,51
00	19	0,51
000	19	0,51
0000	19	0,51
250	37	0,51
300	37	0,51
350	37	0,51
400	37	0,51
500	37	0,51
600	61	0,51

Bibliographie

- [1] ASTM B 172-71 (Re-approved 1985) – *Standard specification for rope – Lay-stranded copper conductors having bunch-stranded members, for electrical energy*
 - [2] ICEA Publication S-19-81 (6th edition) / NEMA Publication WC 3-1980 – *Rubber insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*
 - [3] ICEA Publication S-66-524 (2nd edition) / NEMA Publication WC 7-1982 – *Cross-linked thermosetting polyethylene insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*
 - [4] ICEA Publication S-68-516 / NEMA Publication WC 8-1976 – *Ethylene propylene-rubber-insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*
-

Bibliography

- [1] ASTM B 172-71 (Re-approved 1985), *Standard specification for rope – Lay-stranded copper conductors having bunch-stranded members, for electrical energy*
 - [2] ICEA Publication S-19-81 (6th edition) / NEMA Publication WC 3-1980 – *Rubber insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*
 - [3] ICEA Publication S-66-524 (2nd edition) / NEMA Publication WC 7-1982 – *Cross-linked thermosetting polyethylene insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*
 - [4] ICEA Publication S-68-516 / NEMA Publication WC 8-1976 – *Ethylene propylene-rubber-insulated wire and cable for the transmission and distribution of electrical energy*
-



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 GENEVA 20
Switzerland



Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent
- librarian
- researcher
- design engineer
- safety engineer
- testing engineer
- marketing specialist
- other.....

Q3 I work for/in/as a: (tick all that apply)

- manufacturing
- consultant
- government
- test/certification facility
- public utility
- education
- military
- other.....

Q4 This standard will be used for: (tick all that apply)

- general reference
- product research
- product design/development
- specifications
- tenders
- quality assessment
- certification
- technical documentation
- thesis
- manufacturing
- other.....

Q5 This standard meets my needs: (tick one)

- not at all
- nearly
- fairly well
- exactly

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date
- standard is incomplete
- standard is too academic
- standard is too superficial
- title is misleading
- I made the wrong choice
- other

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
- (2) below average,
- (3) average,
- (4) above average,
- (5) exceptional,
- (6) not applicable

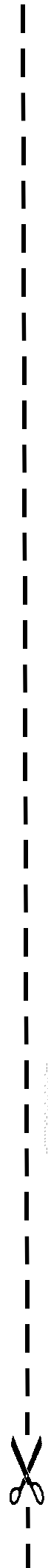
- timeliness.....
- quality of writing.....
- technical contents.....
- logic of arrangement of contents
- tables, charts, graphs, figures.....
- other

Q8 I read/use the: (tick one)

- French text only
- English text only
- both English and French texts

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse



Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:
(ex. 60601-1-1)
.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat
- bibliothécaire
- chercheur
- ingénieur concepteur
- ingénieur sécurité
- ingénieur d'essais
- spécialiste en marketing
- autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie
- comme consultant
- pour un gouvernement
- pour un organisme d'essais/
certification
- dans un service public
- dans l'enseignement
- comme militaire
- autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence
- une recherche de produit
- une étude/développement de produit
- des spécifications
- des soumissions
- une évaluation de la qualité
- une certification
- une documentation technique
- une thèse
- la fabrication
- autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

- pas du tout
- à peu près
- assez bien
- parfaitement

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée
- la norme est incomplète
- la norme est trop théorique
- la norme est trop superficielle
- le titre est équivoque
- je n'ai pas fait le bon choix
- autre(s)

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

- publication en temps opportun
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique
- disposition logique du contenu
- tableaux, diagrammes, graphiques,
figures
- autre(s)

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français
- uniquement le texte anglais
- les textes anglais et français

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....



.....

ISBN 2-8318-6999-4



9 782831 869995

ICS 29.120.20; 29.130.20

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND